



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体の画像データを画素毎に得る画像入力手段と、前記画素に対応する前記被写体までの距離を検出しその距離データを得る距離データ検出手段と、前記画素に対応する前記画像データおよび前記距離データを1つのファイルとして記録媒体に記録する3次元画像データ記録手段とを備えたことを特徴とする3次元画像入力装置。

【請求項2】 前記記録媒体において前記画素に対応する前記画像データと前記距離データが隣接して記録されることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像入力装置。

【請求項3】 前記ファイルが、このファイル内で共有される情報を記録するためのファイル管理領域とデータを記録するためのデータ領域とを有することを特徴とする請求項1に記載の3次元画像入力装置。

【請求項4】 前記距離データが所定の距離単位に基づく絶対距離データであることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像入力装置。

【請求項5】 前記距離単位が前記ファイル管理領域に記録されることを特徴とする請求項3に記載の3次元画像入力装置。

【請求項6】 前記距離データが所定の距離レンジにおける相対距離データであって、前記距離レンジに関する距離レンジ情報が前記ファイル管理領域に記録されることを特徴とする請求項3に記載の3次元画像入力装置。

【請求項7】 前記距離レンジ情報が前記距離レンジの最近距離と最遠距離または最近距離と距離レンジの幅で表されることを特徴とする請求項6に記載の3次元画像入力装置。

【請求項8】 前記距離データが基準距離データとの差分データで表されることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像入力装置。

【請求項9】 前記基準距離データが所定方向に隣接した前記距離データであり、基準とすべき隣接した距離データが存在しないとき前記距離データが差分データでないことを特徴とする請求項8に記載の3次元画像入力装置。

【請求項10】 被写体像の各画素に対応する画像データと、被写体までの距離を示し前記各画素に対応する距離データとが1つのファイルとして記録されたことを特徴とする記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被計測物体の3次元形状および2次元画像に関する情報を検出する3次元画像入力装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来3次元画像入力装置による3次元計測は、光、電波あるいは音を被計測物体に照射する能動

方式と、光等を照射しない受動方式とに分類される。能動方式には、光伝播時間測定法、変調した光波を用いる位相差測定法、三角測量法、モアレ法、干渉法等が知られており、受動方式には、ステレオ視法、レンズの焦点法等が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】これらの3次元計測法により求められた被計測物体までの距離情報と被計測物体の2次元画像情報を同時に記録する方法として、例えばデジタルスチルカメラにおける画像フォーマット規格Exif(JEIDA規格)がある。これは自動焦点装置などを用いて被写体までの距離を検出し、得られた距離データをファイルの管理領域に、2次元画像データ(以下画像データと記す)をデータ領域に記録するものである。しかしこのフォーマットで記録される距離データは、被計測物体までの一つの距離データのみであり、これを用いて3次元画像処理を行なうことはできなかった。

【0004】また、特開平8-317425号公報に開示された装置では、ステレオ視法における2枚1組の左眼用および右眼用の画像データを単一の記録媒体に混在させて記録し、それら一対の画像データの関連情報をファイルの管理領域に記録している。しかし、この方法では1つの3次元画像情報を得るために2枚分の画像データを記録する必要があり、通常の画像データのほぼ2倍の記録容量が必要であった。しかも距離情報の算出には左眼用画像の各画素が右眼用画像のどの画素に対応するかなどの関係を求める必要があるため全画素に対応する距離データを得ることは困難であり、距離データを直接利用する3次元画像処理などにおいては不便であった。

【0005】本発明は、少ない記憶容量で高精度の3次元画像情報を記録でき、3次元画像処理を容易に実行できる形式で画像データおよび距離データを記録媒体に記録する3次元画像入力装置を得ることを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の3次元画像入力装置は、被写体の画像データを画素毎に得る画像入力手段と、画素に対応する被写体までの距離を検出しその距離データを得る距離データ検出手段と、画素に対応する画像データおよび距離データを1つのファイルとして記録媒体に記録する3次元画像データ記録手段とを備えることを特徴とする。

【0007】記録媒体において好ましくは、画素に対応する画像データと距離データが隣接して記録される。またファイルが、このファイル内で共有される情報を記録するためのファイル管理領域とデータを記録するためのデータ領域とを有する。

【0008】距離データは例えば、所定の距離単位に基づく絶対距離データであり、その距離単位がファイル管理

領域に記録される。また距離データは例えば、所定の距離レンジにおける相対距離データであって、距離レンジに関する距離レンジ情報がファイル管理領域に記録され、距離レンジ情報が距離レンジの最近距離と最遠距離または最近距離と距離レンジの幅で表される。

【0009】距離データは例えば、基準距離データとの差分データで表される。この場合、好ましくは、基準距離データは所定方向に隣接した距離データで、基準とすべき隣接した距離データが存在しないとき距離データは差分データでない。

【0010】本発明の記録媒体は、被写体像の各画素に対応する画像データと、被写体までの距離を示し前記各画素に対応する距離データとが1つのファイルとして記録されることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施形態である3次元画像入力装置を備えたカメラの斜視図である。

【0012】カメラ本体10の前面において、撮影レンズ11の左上にはファインダ窓12が設けられ、右上にはストロボ13が設けられている。カメラ本体10の上面において、撮影レンズ11の真上には、測距光であるレーザ光を照射する発光装置（光源）14が配設されている。発光装置14の左側にはリリーススイッチ15と液晶表示パネル16が設けられ、また右側にはモード切替ダイヤル17とV/Dモード切替スイッチ18が設けられている。カメラ本体10の側面には、ICメモリカード等の記録媒体を挿入するためのカード挿入口19が形成され、また、ビデオ出力端子20とインターフェースコネクタ21が設けられている。

【0013】図2は図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。撮影レンズ11の中には絞り25が設けられている。絞り25の開度はアイリス駆動回路26によって調整される。撮影レンズ11の焦点調節動作およびズーム動作はレンズ駆動回路27によって制御される。

【0014】撮影レンズ11の光軸上には撮像素子（CCD）28が配設されている。CCD28には、撮影レンズ11によって被写体像が形成され、被写体像に対応した電荷が発生する。CCD28における電荷の蓄積動作、電荷の読出動作等の動作はCCD駆動回路30によって制御される。CCD28から読み出された電荷信号すなわち画像信号はアンプ31において増幅され、A/D変換器32においてアナログ信号からデジタル信号に変換される。デジタルの画像信号は撮像信号処理回路33においてガンマ補正等の処理を施され、画像メモリ34に一時的に格納される。アイリス駆動回路26、レンズ駆動回路27、CCD駆動回路30、撮像信号処理回路33はシステムコントロール回路35によって制御さ

れる。

【0015】画像信号は画像メモリ34から読み出され、LCD駆動回路36に供給される。LCD駆動回路36は画像信号に応じて動作し、これにより画像表示LCDパネル37には、画像信号に対応した画像が表示される。

【0016】また画像メモリ34から読み出された画像信号はTV信号エンコーダ38に送られ、ビデオ出力端子20を介して、カメラ本体10の外部に設けられたモニタ装置39に伝送可能である。システムコントロール回路35はインターフェース回路40に接続され、インターフェース回路40はインターフェースコネクタ21に接続されている。したがって画像メモリ34から読み出された画像信号は、インターフェースコネクタ21に接続されたコンピュータ41に伝送可能である。またシステムコントロール回路35は、記録媒体制御回路42を介して画像記録装置43に接続されている。したがって画像メモリ34から読み出された画像信号は、画像記録装置43に装着されたICメモリカード等の記録媒体Mに記録可能である。また記録媒体Mに一旦記録された画像信号は必要に応じて記録媒体Mから読み出され、システムコントロール回路35を介してLCDパネル37に表示することができる。

【0017】システムコントロール回路35には、発光素子制御回路44が接続されている。発光装置14には発光素子14aと照明レンズ14bが設けられ、発光素子14aの発光動作は発光素子制御回路44によって制御される。発光素子14aは測距光であるレーザ光を照射するものであり、このレーザ光は照明レンズ14bを介して被計測物体の全体に照射される。被計測物体において反射した光は撮影レンズ11に入射する。この光をCCD28によって検出することにより、後述するように被計測物体の3次元画像が計測される。なお、この計測において、CCD28における転送動作のタイミング等の制御はシステムコントロール回路35とCCD駆動回路30によって行なわれる。

【0018】システムコントロール回路35には、リリーススイッチ15、モード切替ダイヤル17、V/Dモード切替スイッチ18から成るスイッチ群45と、液晶表示パネル（表示素子）16とが接続されている。

【0019】図3および図4を参照して、本実施形態における距離測定の原理を説明する。なお図4において横軸は時間 $t$ である。

【0020】距離測定装置Bから出力された測距光は被計測物体Sにおいて反射し、図示しないCCDによって受光される。測距光は所定のパルス幅 $H$ を有するパルス状の光であり、したがって被計測物体Sからの反射光も、同じパルス幅 $H$ を有するパルス状の光である。また反射光のパルスの立ち上がりは、測距光のパルスの立ち上がりよりも時間 $\delta \cdot t$ （ $\delta$ は遅延係数）だけ遅れる。

測距光と反射光は距離計測装置Bと被計測物体Sの間の\*

$$r = \delta \cdot t \cdot C / 2$$

により得られる。ただしCは光速である。

【0021】例えば測距光のパルスの立ち上がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がる前に検知不可能な状態に切換えるようにすると、すなわち反射光検知期間Tを設けると、この反射光検知期間Tにおける受光量Aは距離rの関数である。すなわち受光量Aは、距離rが大きくなるほど（時間 $\delta \cdot t$ が大きくなるほど）小さくなる。

【0022】本実施形態では上述した原理を利用して、CCD28に設けられ、2次元的に配列された複数のフォトダイオード（光電変換素子）においてそれぞれ受光量Aを検出することにより、カメラ本体10から被計測物体Sの表面の各点までの距離をそれぞれ検出し、被計測物体Sの表面形状に関する3次元画像のデータを一括して入力している。

【0023】図5は、CCD28に設けられるフォトダイオード51と垂直転送部52の配置を示す図である。図6は、CCD28を基板53に垂直な平面で切断して示す断面図である。このCCD28は従来公知のインターライン型CCDであり、不要電荷の掃出しにVOD（縦型オーバーフローレイン）方式を用いたものである。

【0024】フォトダイオード51と垂直転送部（信号電荷保持部）52はn型基板53の面に沿って形成されている。フォトダイオード51は2次元的に格子状に配列され、垂直転送部52は所定方向（図5において上下方向）に1列に並ぶフォトダイオード51に隣接して設けられている。垂直転送部52は、1つのフォトダイオード51に対して4つの垂直転送電極52a、52b、52c、52dを有している。したがって垂直転送部52では、4つのポテンシャルの井戸が形成可能であり、従来公知のように、これらの井戸の深さを制御することによって、信号電荷をCCD28から出力することができる。なお、垂直転送電極の数は目的に応じて自由に変更できる。

【0025】基板53の表面に形成されたp型井戸の中にフォトダイオード51が形成され、p型井戸とn型基板53の間に印加される逆バイアス電圧によってp型井戸が完全空乏化される。この状態において、入射光（被計測物体からの反射光）の光量に応じた電荷がフォトダイオード51において蓄積される。基板電圧 $V_{sub}$ を所定値以上に大きくすると、フォトダイオード51に蓄積した電荷は、基板53側に掃出される。これに対し、転送ゲート部54に電荷転送信号（電圧信号）が印加されたとき、フォトダイオード51に蓄積した電荷は垂直転送部52に転送される。すなわち電荷掃出し信号によって電荷を基板53側に掃出した後、フォトダイオード51に蓄積した信号電荷が、電荷転送信号によって垂直転送部52に転送される。このように動作を繰り返すことにより、垂直転送部52において信号電荷が積分され、いわゆる電子シャット動作が実現される。

\* 2倍の距離rを進んだことになるから、その距離rは  
... (1)

※送部52側に転送される。このような動作を繰り返すことにより、垂直転送部52において信号電荷が積分され、いわゆる電子シャット動作が実現される。

【0026】図7は、被計測物体の表面の各点までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。図1、図2、図5～図7を参照して距離情報検出動作を説明する。

- 10 【0027】垂直同期信号S1の出力に同期して電荷掃出し信号（パルス信号）S2が出力され、これによりフォトダイオード51に蓄積していた不要電荷が基板53の方向に掃出される。電荷掃出し信号S2の出力の終了と略同時に発光装置14が起動され、一定のパルス幅を有するパルス状の測距光S3が出力される。測距光S3は被計測物体において反射し、CCD28に入射する。すなわちCCD28によって被計測物体からの反射光S4が受光される。測距光S3の出力から一定時間が経過したとき、電荷転送信号（パルス信号）S5が出力され、これによりフォトダイオード51に蓄積された電荷が垂直転送部52に転送される。なお、電荷転送信号S5の出力は、測距光の出力の終了よりも前に行なわれる。

- 20 【0028】このように電荷掃出し信号S2の出力の終了から電荷転送信号S5の出力開始までの期間 $T_{U1}$ の間、フォトダイオード51には、被計測物体までの距離に対応した信号電荷が蓄積される。すなわち測距光S3が出力される期間 $T_s$ と電荷蓄積期間 $T_{U1}$ とが略同時に開始した場合、S4はS3に比べて $\delta \cdot t$ だけ遅れるので、電荷蓄積期間 $T_{U1}$ の方が早く終了し、反射光S4の一部のみがCCD28によって検知され、検知された光によって生じる信号電荷S6は被計測物体までの距離に対応している。換言すれば、被計測物体からの反射光S4のうち、電荷蓄積期間 $T_{U1}$ 内にフォトダイオード51に到達した光に対応した信号電荷S6がフォトダイオード51に蓄積される。この信号電荷S6は、電荷転送信号S5によって垂直転送部52に転送される。なお測距光S3の出力期間 $T_s$ は電荷蓄積期間 $T_{U1}$ よりも早く開始してもよい。

- 40 【0029】電荷転送信号S5の出力から一定時間が経過した後、再び電荷掃出し信号S2が出力され、垂直転送部52への信号電荷の転送後にフォトダイオード51に蓄積された不要電荷が基板53の方向へ掃出される。すなわち、フォトダイオード51において新たに信号電荷の蓄積が開始する。そして、上述したと同様に、電荷蓄積期間 $T_{U1}$ が経過したとき、信号電荷は垂直転送部52へ転送される。

【0030】このような信号電荷S6の垂直転送部52への転送動作は、次の垂直同期信号S1が出力されるまで、繰り返し実行される。これにより垂直転送部52に

において、信号電荷S6が積分され、1フィールドの期間（2つの垂直同期信号S1によって挟まれる期間）に積分された信号電荷S6は、その期間被計測物体が静止していると見做せれば、被計測物体までの距離情報に対応している。

【0031】以上説明した信号電荷S6の検出動作は1つのフォトダイオード51に関するものであり、全てのフォトダイオード51においてこのような検出動作が行なわれる。1フィールドの期間の検出動作の結果、各フォトダイオード51に隣接した垂直転送部52の各部位には、そのフォトダイオード51によって検出された距離情報が保持される。この距離情報は垂直転送部52における垂直転送動作および図示しない水平転送部における水平転送動作によってCCD28から出力される。

【0032】しかし、CCD28により検出された反射光は、被計測物体の表面の反射率の影響を受けている。したがって、この反射光を介して得られた距離情報には反射率に起因する誤差が含まれている。また、CCD28により検出された反射光には、被計測物体からの反射光以外に外光等の成分も含まれており、これに起因する誤差も存在する。次にこれらの誤差の補正方法について図8～図10及び図11、図12、図15を参照して説明する。

【0033】まずカメラに設けられた各モード切替スイッチを手動で切り替えることにより各モードが設定される。すなわち、V/Dモード切替スイッチ18を操作することによって、ビデオ(V)モードと距離測定(D)モードの何れかが設定される。またカメラ本体10の背面に設けられた3次元画像入力モード(3Dモード)切替スイッチ61(図15参照)を手動で切り替えることにより3Dモードのオン/オフが設定される。3Dモードとは、相互に関連した3次元的な距離情報と2次元的な画像情報とを、1つのファイルとして記録媒体に記録する動作モードを言う。一対の距離情報と画像情報を1つのファイルとして記録するには、3Dモードに設定した後に、Dモードで距離情報を検出し、続けてVモードで画像情報を検出するか、あるいはVモードで画像情報を検出し、続けてDモードで距離情報を検出しなければならない。

【0034】ステップ101においてリリーススイッチ15が全押しされていることが確認されるとステップ102が実行され、ビデオ(V)モードと距離測定(D)モードのいずれが選択されているかが判定される。Dモードが選択されているとき、ステップ103において垂直同期信号S1が出力されるとともに測距光制御が開始される。すなわち発光装置14が駆動され、パルス状の測距光S3が断続的に出力される。次いでステップ104が実行され、CCD28による検知制御が開始される。すなわち図7を参照して説明した距離情報検出動作が開始され、電荷掃出し信号S2と電荷転送信号S5が

交互に出力されて、距離情報の信号電荷S6が垂直転送部52において積分される。

【0035】ステップ105では、距離情報検出動作の開始から1フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号S1が出力されたか否かが判定される。1フィールド期間が終了するとステップ106へ進み、距離情報の信号電荷S6がCCD28から出力される。この信号電荷S6はステップ107において画像メモリ34に一時的に記憶される。ステップ108では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置14の発光動作が停止する。

【0036】ステップ109～112では、距離補正情報の検出動作が行なわれる。まずステップ109では、図8に示すように、垂直同期信号S11が出力されるとともにCCD28による検知制御が開始される。すなわち発光装置14の発光動作が行なわれることなく、光源が消灯された状態で、電荷掃出し信号S12と電荷転送信号S15が交互に出力される。電荷蓄積時間 $T_{U1}$ は図7に示す距離情報検出動作と同じであるが、被計測物体に測距光が照射されないため(符号S13)、反射光は存在せず(符号S14)。したがって、距離情報の信号電荷は発生しないが、CCD28には外光等の外乱成分が入射するため、この外乱成分に対応した信号電荷S16が発生する。この信号電荷S16は、外乱成分が距離情報に及ぼす影響を補正するための、電荷蓄積時間 $T_{U1}$ に対する距離補正情報に対応している。

【0037】ステップ110では、距離補正情報の検出動作の開始から1フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号S11が出力されたか否かが判定される。1フィールド期間が終了するとステップ111において、距離補正情報の信号電荷S16がCCD28から出力される。距離補正情報の信号電荷S16はステップ112において画像メモリ34に一時的に記憶される。

【0038】ステップ113～117では、反射率情報の検出動作が行なわれる。ステップ113では、図9に示すように、垂直同期信号S21が出力されるとともに測距光制御が開始され、パルス状の測距光S23が断続的に出力される。ステップ114では、CCD28による検知制御が開始され、電荷掃出し信号S22と電荷転送信号S25が交互に出力される。この反射率情報の検出動作は、電荷掃出し信号S22が出力されてから電荷転送信号S25が出力されるまでの電荷蓄積期間 $T_{U2}$ 内に、反射光S24の全てが受光されるように制御される。すなわち、CCD28の各フォトダイオード51に蓄積される信号電荷S26のパルス幅 $T_s$ は測距光S23のパルス幅 $T_s$ と同じである。

【0039】したがって信号電荷S26は、被計測物体までの距離とは関係せず、被計測物体の表面の反射率に依存する反射率情報に対応している。

【0040】ステップ115では、反射率情報検出動作の開始から1フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号S21が出力されたか否かが判定される。1フィールド期間が終了するとステップ116へ進み、反射率情報の信号電荷S26がCCD28から出力される。この信号電荷S26はステップ117において画像メモリ34に一時的に記憶される。ステップ118では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置14の発光動作が停止する。

【0041】ステップ119～122では、反射率補正情報の検出動作が行なわれる。ステップ119では、図10に示すように、垂直同期信号S31が出力されるとともにCCD28による検知制御が開始される。すなわち発光装置14の発光動作が行なわれることなく、光源が消灯された状態で、電荷掃出し信号S32と電荷転送信号S35が交互に出力される。電荷蓄積時間 $T_{U2}$ は図9に示す反射率情報検出動作と同じであるが、被計測物体に測距光が照射されないため(符号S33)、反射光は存在せず(符号S34)。したがって、反射率情報の信号電荷は発生しないが、CCD28には外光等の外乱成分に対応した信号電荷S36が発生する。この信号電荷S36は、外乱成分が電荷蓄積時間 $T_{U2}$ に対する反射率情報に及ぼす影響を補正するための反射率補正情報に対応している。

【0042】ステップ120では、反射率補正情報の検出動作の開始から1フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号S31が出力されたか否かが判定される。1フィールド期間が終了するとステップ121において、反射率補正情報の信号電荷S36がCCD28から出力され、ステップ122において画像メモリ34に一時的に記憶される。ステップ123では、ステップ103～122において得られた距離情報、距離補正情報、反射率情報および反射率補正情報を用いて距離データの演算処理が行なわれる。

【0043】ステップ124では、3Dモードが設定されているか否かが判定される。3Dモードが設定されていると判定された場合には、設定されているモードが3\*

$$S_n = k \cdot R \cdot I \cdot t$$

で表される。ここでkは比例定数で、撮影レンズのFナンバーや倍率等によって変化する。

【0046】被計測物体がレーザ等の光源からの光で照※

$$I = I_s + I_B$$

と表せる。

【0047】図7に示されるようにパルス状の電荷蓄積時間を $T_{U1}$ 、測距光S3のパルス幅を $T_s$ 、距離情報の★

$$\begin{aligned} S_{10} &= \sum (k \cdot R (I_s \cdot T_D + I_B \cdot T_{U1})) \\ &= k \cdot N \cdot R (I_s \cdot T_D + I_B \cdot T_{U1}) \end{aligned}$$

となる。なお、パルス幅 $T_D$ は

$$\begin{aligned} T_D &= T_{U1} - \delta \cdot t \\ &= T_{U1} - 2r/C \end{aligned}$$

\*Dモードであり、対となる画像情報が未だ検出されていないならばV/Dモード切替スイッチ18をVモードに切り替え画像情報を検出するようにステップ125で表示部16に警告が表示され、オペレーターはV/Dモード切替スイッチ18をVモードに手動で切り替える。その後ステップ126において距離データが出力され、この検出動作は終了する。また3Dモードではないと判定された場合には、直ちにステップ126に処理が移り距離データが出力され、この検出動作は終了する。なおモードが3Dモードに設定されている否かで、ステップ126及びステップ132における距離データ、画像データの出力方法が異なるが、その詳細については後に述べる。

【0044】一方、ステップ102においてVモードが選択されていると判定されたとき、ステップ127において測距光制御がオフ状態に切換えられるとともに、ステップ128においてCCD28による通常の撮影動作(CCDビデオ制御)がオン状態に定められる。ステップ129では画像が撮像されるまで待機し、1画像撮像されるとステップ130に処理が移る。ステップ130では、モードが3Dモードに設定されているか否かが判定される。3Dモードに設定されているときには、Dモードに切り替え距離情報を検出するように、ステップ131で表示部16に警告が表示され、操作者はV/Dモード切替スイッチ18を手動でDモードに切り替える。その後ステップ132でCCDビデオ制御により得られた画像信号が、所定のデータ形式に変換された後画像データとして出力され、この検出動作は終了する。3Dモードでないときには、直ちにステップ132において画像データが出力されこの画像検出動作は終了する。

【0045】ステップ123において実行される演算処理の内容を図7～図10を参照して説明する。反射率Rの被計測物体が照明され、この被計測物体が輝度Iの2次光源と見做されてCCDに結像された場合を想定する。このとき、電荷蓄積時間tの間にフォトダイオードに発生した電荷が積分されて得られる出力 $S_n$ は、

$$\dots (2)$$

※明される場合、輝度Iはその光源による輝度 $I_s$ と背景光による輝度 $I_B$ との合成されたものとなり、

$$\dots (3)$$

★信号電荷S6のパルス幅を $T_D$ とし、1フィールド期間中のその電荷蓄積時間がN回繰返されるとすると、得られる出力 $S_{10}$ は、

$$\dots (4)$$

$$\dots (5)$$

と表せる。

【0048】図9に示されるようにパルス状の電荷蓄積時間 $T_{U2}$ が、測距光S23の期間(パルス幅) $T_s$ より\*

$$\begin{aligned} S_{20} &= \Sigma (k \cdot R (I_s \cdot T_s + I_B \cdot T_{U2})) \\ &= k \cdot N \cdot R (I_s \cdot T_s + I_B \cdot T_{U2}) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

となる。

【0049】図8に示されるように発光を止めて、図7※

※と同じ時間幅でのパルス状の電荷蓄積を行なった場合に得られる出力 $S_{11}$ は、

$$\begin{aligned} S_{11} &= \Sigma (k \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U1}) \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U1} \end{aligned} \quad \dots (7)$$

となる。同様に、図10に示されるような電荷蓄積を行★10★なった場合に得られる出力 $S_{21}$ は、

$$\begin{aligned} S_{21} &= \Sigma (k \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U2}) \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U2} \end{aligned} \quad \dots (8)$$

となる。

☆ ☆【0050】(4)、(6)、(7)、(8)式から、

$$\begin{aligned} S_D &= (S_{10} - S_{11}) / (S_{20} - S_{21}) \\ &= T_D / T_s \end{aligned} \quad \dots (9)$$

が得られる。

【0051】上述したように測距光S3と反射光S4にはそれぞれ外光等の外乱成分(背景光による輝度 $I_B$ )が含まれている。(9)式の $T_D / T_s$ は、測距光S3を照射したときの被計測物体からの反射光S4の光量を、測距光S3の光量によって正規化したものであり、これは、測距光S3の光量(図7の信号電荷S6に相当)から外乱成分(図8の信号電荷S16に相当)を除去した値と、反射光S4の光量(図9の信号電荷S26に相当)から外乱成分(図10の信号電荷S36に相当)を除去した値との比に等しい。

【0052】(9)式の各出力値 $S_{10}$ 、 $S_{11}$ 、 $S_{20}$ 、 $S_{21}$ はステップ107、112、117、122において、距離情報、距離補正情報、反射率情報、反射率補正情報として格納されている。したがって、これらの情報に基いて、 $T_D / T_s$ が得られる。パルス幅 $T_{U1}$ は既知であるから、(5)式と $T_D / T_s$ から距離 $r$ が得られる。

【0053】このように(5)式と(9)式に基いてカメラ本体から被計測物体の表面の各点までの距離情報が補正され、この距離情報の検出精度が向上する。

【0054】なお本実施形態では、被計測物体の距離情報に対して、外光等の影響が除去されていたが、外光等の影響が無視できるときは、(9)式において外光等の影響に関する信号電荷の積分値(すなわち $S_{11}$ 、 $S_{21}$ )を省略すればよい。これにより、被計測物体の表面の反射率のみに関する補正が行なわれる。

【0055】また本実施形態において、ステップ105、110、115、120では、1フィールド期間の間、信号電荷の蓄積が行なわれているが、これに代えて、複数フィールド期間、電荷蓄積を行なうようにしてもよい。

【0056】次に図13、図14を参照してステップ126およびステップ132におけるデータの出力について説明する。

\*も十分大きく、反射光の単位受光時間を全部含むように制御された場合に得られる出力 $S_{20}$ は、

◆【0057】3次元画像入力モード(3Dモード)が設定されていないとき、ステップ126で出力される距離データおよびステップ132で出力される画像データはそれぞれ別個のファイルに記録される。一方、3次元画像入力モード(3Dモード)が設定されているときには、ステップ126で出力される距離データおよびステップ132で出力される画像データは1つの3次元画像情報ファイルとして記録媒体Mに記録される。すなわち3次元画像入力モード切替スイッチ61を3次元画像入力モードに設定した後、例えばVモードで撮影を行なうと、ステップ132で出力されるRGBの画像データは3次元画像情報ファイルのフォーマットに従って記録媒体上のファイルに出力される。次にV/Dモード切替スイッチ18をDモードに切り替え距離測定を行なう。このときステップ126において、Vモードのステップ132で出力されたファイルと同一のファイルに距離データが3次元画像情報ファイルのフォーマットに従って出力される。

【0058】図13はこの3次元画像情報ファイルの構造を模式的に表したものである。3次元画像情報ファイルは大きくファイル管理領域(ヘッダ領域) $A_h$ とデータ領域 $A_d$ に別れている。ヘッダ領域 $A_h$ には、例えば画像データがレッド(R)、グリーン(G)、ブルー(B)に関する輝度情報であること、それが記録されている順序、そのビット数など画像データに関する情報や、撮影日時、撮影者、撮影条件などの撮影状況に関する情報、また距離データにおける距離単位、そのデータの形式、バイト数など距離データに関する情報などが記録されている。

【0059】データ領域 $A_d$ にはステップ132で出力される画素毎のRGBの画像データとステップ126で出力される距離データが記録されている。図14は、データ領域 $A_d$ に記録された画素毎のRGBの画像データと距離データのメモリ上の配置を模式的に表したものである。図では画素の物理的配置に対応させてメモリ上の

データ配置を表しているため2次元的に表現されている。すなわち $M_0$ 、 $M_1$ 、 $M_2$ には1ライン目の1番左の画素におけるRGBに関する画像データ(画素値) $R_{1,1}$ 、 $G_{1,1}$ 、 $B_{1,1}$ が記録されており、 $M_3$ にはその画素に対応する距離データ $D_{1,1}$ が記録されている。同様に $M_4 \sim M_7$ には1ライン目の左から2番目の画素におけるRGBの画像データ $R_{1,2}$ 、 $G_{1,2}$ 、 $B_{1,2}$ と距離データ $D_{1,2}$ が記録されている。 $M_{4n} \sim M_{4n+3}$ には2ライン目の1番左の画素のRGBの画像データ $R_{2,1}$ 、 $G_{2,1}$ 、 $B_{2,1}$ と距離データ $D_{2,1}$ が記録されている。なおここで $n$ は水平方向の画素数である。

【0060】ステップ132で出力されるRGBの画像データは上述のフォーマットにしたがって記録媒体上の3次元画像情報ファイルに出力される。すなわちヘッダ領域 $A_h$ には画像データに関する情報が記録され、距離データに関する領域は空き領域として残される。またデータ領域 $A_d$ についてもRGBの画像データのみが記録され距離データが記録される領域は空き領域として残される。

【0061】ステップ126では、距離データなどの距離に関するデータが上述のフォーマットにしたがって出力される。すなわちステップ132で空き領域として残された距離情報に関するデータ領域に距離データなどの距離情報に関するデータが書き込まれる。またこの間に、撮影日時などの撮影状況に関するデータが手動または自動でファイルのヘッダ領域 $A_h$ に記録される。以上により被計測物体に関する画像データと距離データは1つの3次元画像情報として記録媒体 $M$ に記録される。

【0062】以上のように第1の実施形態によれば、大きな記憶容量を用いなくとも高精度な3次元画像情報を記録できる。また各画素毎に対応する距離データが直接記録されているため被計測物体の各部位までの距離を迅速かつ簡便に得られ、距離データを用いた3次元画像処理も容易に行なえる。更に各画素毎に画像データと距離データが隣接して記録されているので、2次元画像表示と同時に3次元画像処理を行なう際にも、迅速かつ簡便に画像データに対応する距離データを得ることができる。

【0063】次に図16を参照して本発明の第2の実施形態について説明する。第2の実施形態において、機械的、電気的構成や距離情報検出動作は第1の実施形態と同様である。第2の実施形態と第1の実施形態と異なるのは3次元画像情報ファイルのフォーマットのみである。

【0064】第1の実施形態では各画素毎にRGBの画像データと距離データが記録されていたが、第2の実施形態では数画素(例えば4画素)を1つのグループとし、グループ毎に1つの距離データを記録する。図は横2画素分、縦2画素分の計4画素を1つのグループとした場合におけるメモリの配置を模式的に表している。M

0、 $M_1$ 、 $M_2$ には1ライン目の1番左の画素に関するRGBの画素値 $R_{1,1}$ 、 $G_{1,1}$ 、 $B_{1,1}$ が記録されており、 $M_3$ 、 $M_4$ 、 $M_5$ には1ライン目の左から2番目の画素に関するRGBの画素値 $R_{1,2}$ 、 $G_{1,2}$ 、 $B_{1,2}$ が記録されている。 $M_6$ 、 $M_7$ 、 $M_8$ には2ライン目の1番左の画素に関するRGBの画素値 $R_{2,1}$ 、 $G_{2,1}$ 、 $B_{2,1}$ が記録されており、 $M_9$ 、 $M_{10}$ 、 $M_{11}$ には2ライン目の左から2番目の画素に関するRGBの画素値 $R_{2,2}$ 、 $G_{2,2}$ 、 $B_{2,2}$ が記録されている。また $M_{12}$ には2ライン目の左から2番目の画素に関する距離データの値 $D_{2,2}$ が記録されている。すなわち $M_0 \sim M_{12}$ に第1のグループに関する3次元画像データが記録される。第1のグループに隣接する第2のグループ(4画素)の3次元画像データは $M_{13} \sim M_{25}$ に記録され、以下4画素を単位として3次元画像データが記録される。

【0065】なお本実施形態で、グループの距離情報として記録されたのは、4画素のうち右下の画素に対応する距離データであった。しかし、これはグループの中の他の画素に対応する距離データであってもよいし、グループにおける距離データの平均値であってもよい。

【0066】以上のように第2の実施形態によれば、画像データほど詳細な距離データが必要ではない場合、数画素毎に距離データを記録することにより3次元画像情報ファイルの容量を第1の実施形態のときよりも減らすことができる。

【0067】次に図17を参照して第3の実施形態について説明する。第3の実施形態も第2の実施形態と同様に第1の実施形態と異なるのは3次元画像情報ファイルのフォーマットのみで、他の形態は第1の実施形態と同様である。

【0068】図17の横軸は被計測物体までの距離であり、縦軸は所定の距離レンジにおける相対距離に対応した距離データの値である。例えばある画素に対応する被計測物体までの距離が $L$ であるとき、距離 $L$ は距離レンジ2の最近距離 $L_1$ と $L_1$ からの相対距離 $L_r$ との和で表され、3次元画像情報ファイルのデータ領域には相対距離 $L_r$ に対応する距離データ $D$  ( $D_{\min} \leq D \leq D_{\max}$ ) が記録される。すなわち、距離データ $D$ が例えば8ビットデータの場合、 $D_{\min} = 0$ 、 $D_{\max} = 255$ であり、 $L_r$ は $L_r = (L_2 - L_1) / 256 \times D$ で表せる。

【0069】ヘッダ領域には、第1の実施形態で例示した情報に加えて、各距離レンジの最近距離と最遠距離の情報と、各画素がどの距離レンジに対応するののかを示す情報が記録されている。このとき隣接する画素は通常同一の距離レンジに対応するので各画素と距離レンジとの対応関係は各画素毎に記録する必要はない。例えば水平方向に連続した画素が、ある区間にわたり同一距離レンジに対応するとき、この区間が開始または終了するアドレスと、その区間における距離レンジが記録されていれ

ばよい。なお距離レンジに関する情報としては、距離レンジの最近距離と最遠距離の他、最近距離とその幅（最遠距離と最近距離の差）であってもよい。

【0070】以上のように第3の実施形態によれば、被計測物体までの距離を各距離レンジにおける相対距離で表すことにより、1つの距離データに割り当てられるビット数を減らすことができるため、ファイル全体の記録容量を減ぜられる。

【0071】次に図18を参照して第4の実施形態を説明する。第4の実施形態は距離データを基準距離データからの差分として表したものであり、その他は、第1の実施形態と同じである。

【0072】図は、画素の物理的配置に対応させて距離データを記したものである。左側の図の数値は、各画素の被計測物体までの距離を絶対または相対距離で表したときの距離データを表している。一方右側の図の数値は、左側の図における距離データをメモリ上において所定方向に隣接した距離データを基準として差分の形式で表したものである。ただし基準となるべき距離データがない場合には絶対または相対距離に対応する距離データをそのまま用いている。例えば右図における左上の距離データ $D_0$ （123）は、これより先のメモリに基準とすべき距離データが記録されていないため絶対または相対距離に対応する距離データがそのまま記録されている。また差分距離データ $d_i$ （ $i=1, 2, \dots, N$ ）は距離データ $D_i$ と $D_{i-1}$ の差（ $D_i - D_{i-1}$ ）で表される。ただし $N$ は距離データの総数である。

【0073】なお、上記の例では隣接するデータとの差分が用いられたが、1つの距離データを基準距離データとして差分距離データを求めてもよい。例えば $D_0$ を基準距離データとして、差分距離データ $d_i$ を $D_i$ と $D_0$ の差（ $D_i - D_0$ ）で求めてもよい。

【0074】このように第4の実施形態によれば、第3の実施形態と同様に各距離データが必要とするビット数を減らせるので、ファイル全体の記録容量を減ぜられる。

【0075】次に図19、図20を参照して第5の実施形態について説明する。第5の実施形態は、第1の実施形態の図11、図12で示されたフローチャートの一部が変更されたものであり、その他の部分は第1の実施形態と同様である。また3Dモードのときに出力される3次元画像データは、第1～第4の実施形態で用いられたデータ形式の何れであってもよい。

【0076】ステップ201においてリリーススイッチ15が全押されていることが確認されるとステップ202が実行される。モードがVモード又は3Dモードのときには、ステップ225において測距光制御がオフ状態に設定されるとともにCCD28のビデオ制御がオン状態に定められる。

【0077】ステップ227では、1画像分の撮像が完

了したか否かが判定される。1画像分の撮像が完了すると撮像された画像データは画像メモリ34に一時的に記憶され、ステップ228において3Dモードであるか否かが判定される。3Dモードのときには、ステップ203に処理が移され第1の実施形態と同様に距離情報検出動作が実行される。すなわちステップ203～ステップ223では、第1の実施形態におけるステップ103～ステップ123で実行されたのと同じ処理が行なわれる。

【0078】ステップ223において距離データの演算処理が終了すると距離データは、画像メモリ34に一時的に記憶される。その後、画像メモリ34に記憶された画像データと距離データは、ステップ224において第1～第4の実施形態で述べられたデータ形式の何れかで記録媒体Mに3次元画像情報ファイルとして記録される。

【0079】3Dモードが設定されず、V/Dモード切替スイッチ18がVモードに設定されているときには、ステップ202からステップ225に処理は移り、ステップ228までは3Dモードのときと同様な処理が行なわれる。ステップ228で3Dモードでないことが判定されると、ステップ224で画像メモリ34に一時的に記録されていた画像データは、記録媒体Mに画像データファイルとして記録される。

【0080】また3Dモードは設定されず、V/Dモード切替スイッチ18がDモードに設定されているときには、処理はステップ202から直接にステップ203に移り一連の距離情報検出動作がステップ203～ステップ223において行われ、検出された距離データは画像メモリ34に一旦に記憶され、その後ステップ224で距離データファイルとして記録媒体Mに記録される。

【0081】以上のように第5の実施形態によれば3Dモードにおける画像情報検出動作および距離情報検出動作を一連の処理として行なうことができる。

【0082】なお第1の実施形態では、全ての画像データを記録媒体Mに記録した後に距離データを記録媒体Mに記録したため、記録媒体Mにはランダムアクセスが必要がある。しかし、画像データ及び距離データを例えばシステムコントロール回路35の内部または外部に設けられたメモリに一旦記憶することにより、これらを3次元画像情報ファイルのフォーマットにしたがってシーケンシャルに記録媒体Mへ出力できるようにしてもよい。またデジタルデータをアナログ信号に変換してアナログ記録媒体に記録してもよい。

【0083】また本実施形態では、エリアセンサ（CCD）を1つしか備えていなかったため、画像情報と距離情報を別々に求めなければならなかったが、撮像レンズ11からの入射光をハーフミラー等を用いて2分割し、分割された光をそれぞれ2つのエリアセンサで受光することにより画像情報と距離情報を同時に入力してもよ

い。

【0084】また本実施形態では画像データとしてRGBを用いたが、YCbCrを用いてもよいし、カラーの画像データでなく白黒の画像データであってもよい。

【0085】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、少ない記憶容量で高精度の3次元画像情報を記録でき、3次元画像処理を容易に実行できる形式で画像データおよび距離データを記録媒体に記録する3次元画像入力装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である3次元画像入力装置を備えたカメラの斜視図である。

【図2】図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図3】測距光による距離測定の原理を説明するための図である。

【図4】測距光、反射光、ゲートパルス、およびCCDが受光する光量分布を示す図である。

【図5】CCDに設けられるフォトダイオードと垂直転送部の配置を示す図である。

【図6】CCDを基板に垂直な平面で切断して示す断面図である。

【図7】被計測物体までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。

【図8】距離補正情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図9】反射率情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図10】反射率補正情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図11】第1の実施形態における距離情報検出動作及び画像情報検出動作のフローチャートの前半部である。

【図12】第1の実施形態における距離情報検出動作及び画像情報検出動作のフローチャートの後半部である。

【図13】距離データと画像データが記録されたファイルの概念的構造を示す図である。

【図14】第1の実施形態においてファイルに記録された画像データと距離データの概念的構造を示す図である。

【図15】カメラ背面に設けられた3次元画像入力モード(3Dモード)切替スイッチの図である。

【図16】第2の実施形態におけるファイルに記録された画像データと距離データの概念的構造を示す図である。

【図17】第3の実施形態における被計測物体までの距離と距離レンジにおける相対距離データとの関係を示す図である。

【図18】第4の実施形態における差分距離データを説明した図である。

【図19】第5の実施形態における距離情報検出動作及び画像情報検出動作のフローチャートの前半部である。

【図20】第5の実施形態における距離情報検出動作及び画像情報検出動作のフローチャートの後半部である。

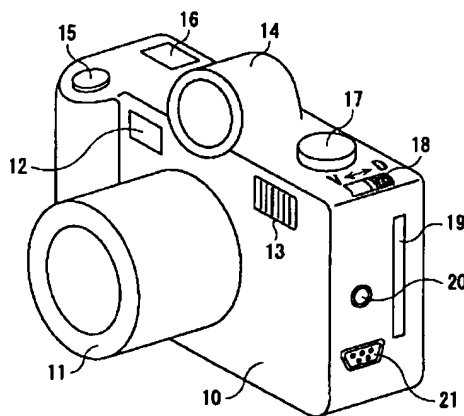
【符号の説明】

A<sub>d</sub> データ領域

A<sub>h</sub> ファイル管理領域(ヘッダ領域)

M 記録媒体

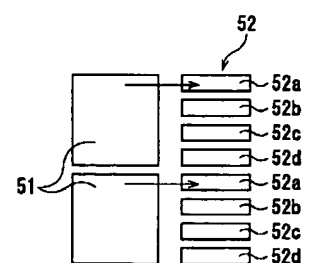
【図1】



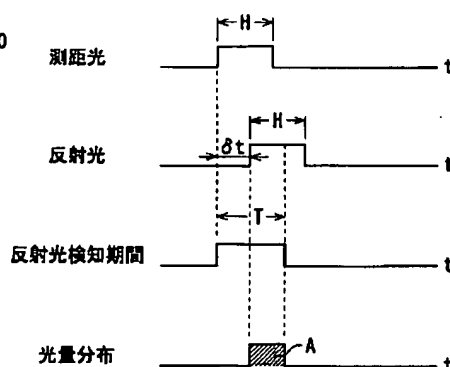
【図3】



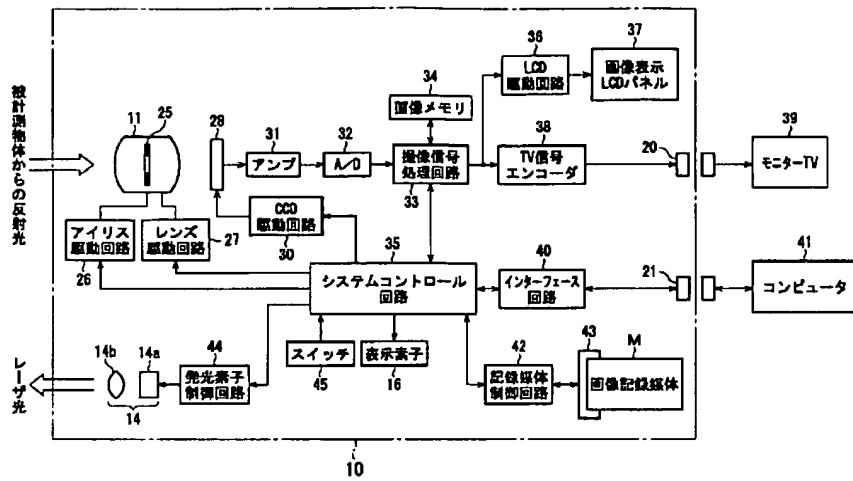
【図5】



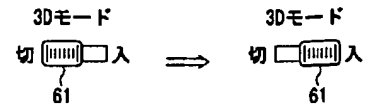
【図4】



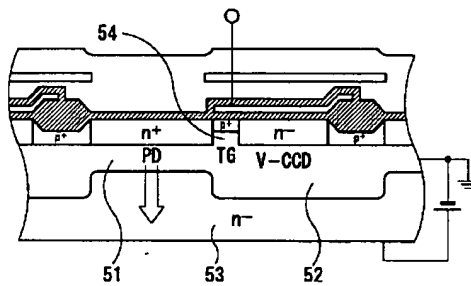
【図2】



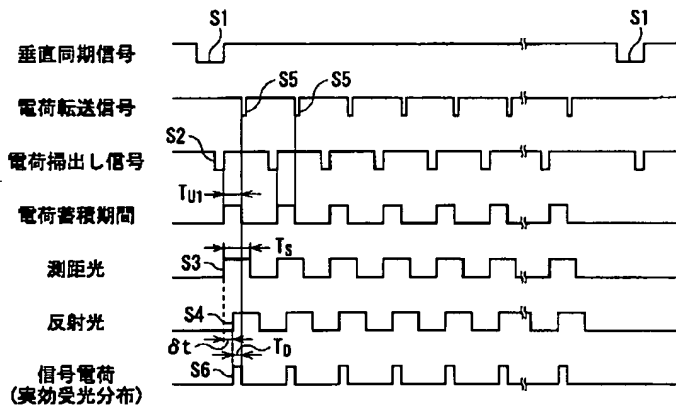
【図15】



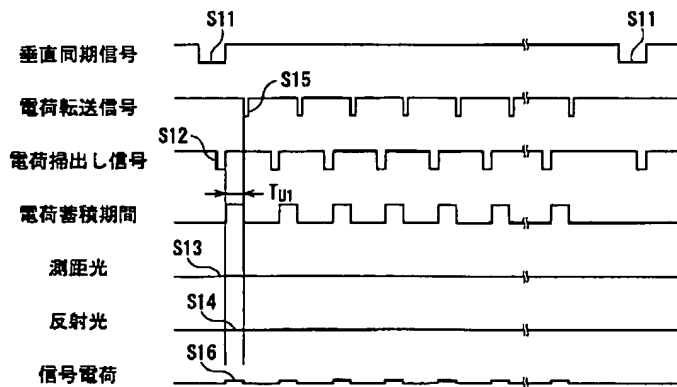
【図6】



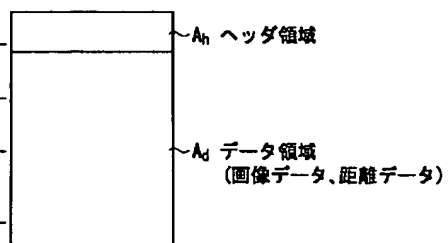
【図7】



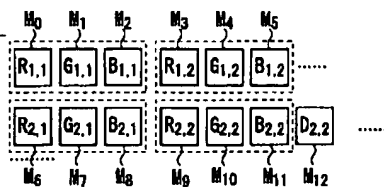
【図8】



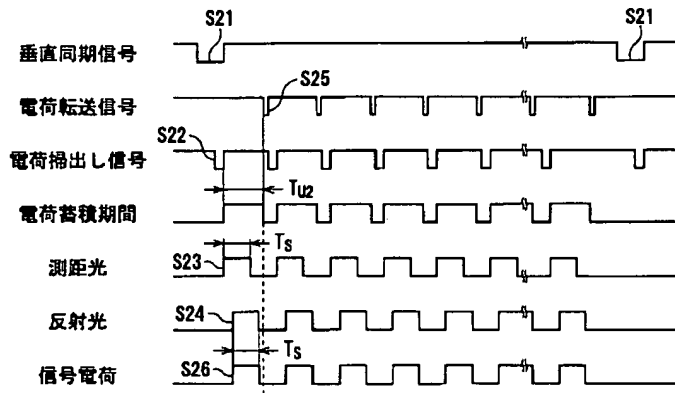
【図13】



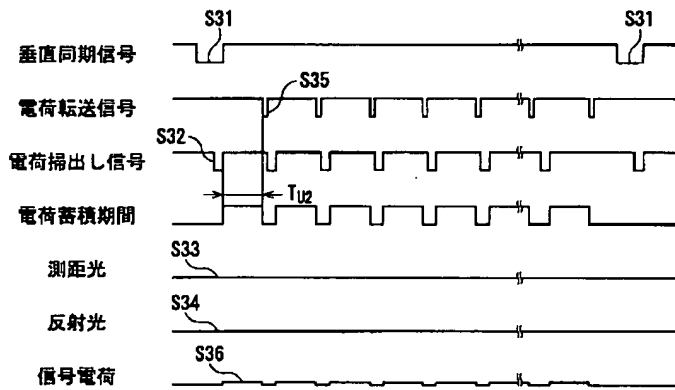
【図16】



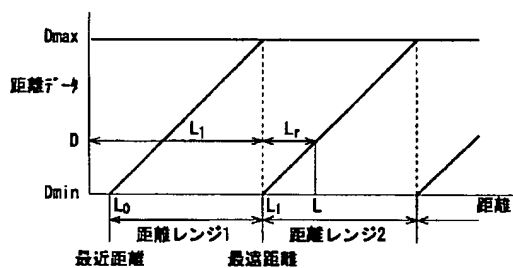
【図9】



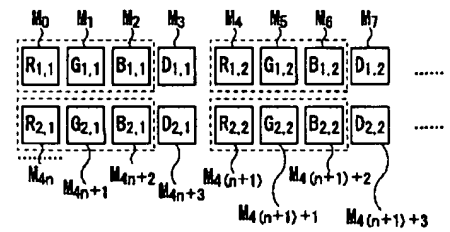
【図10】



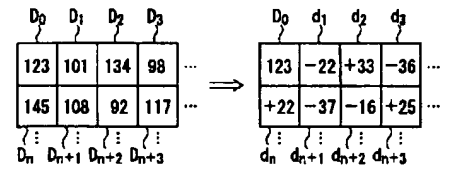
【図17】



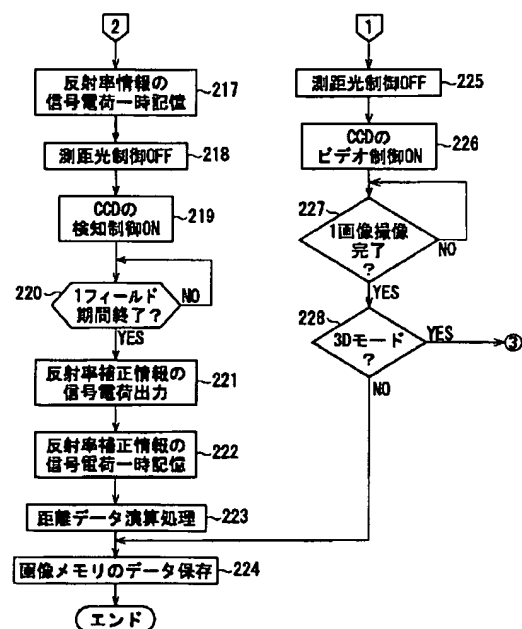
【図14】



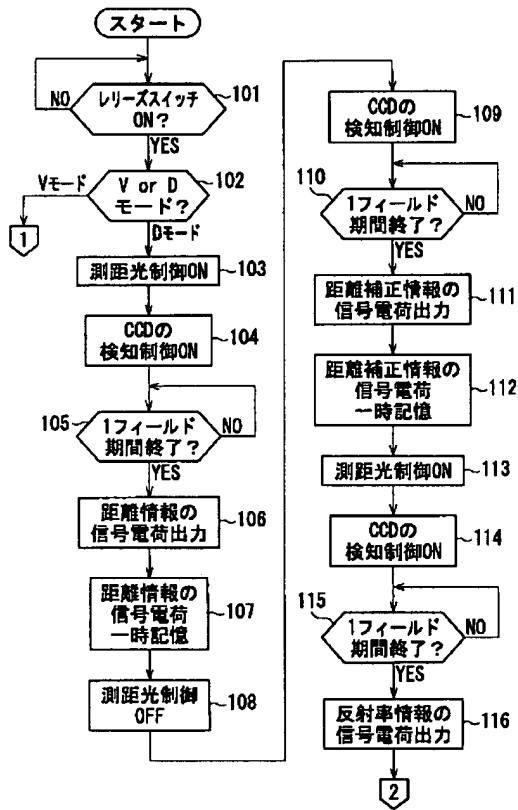
【図18】



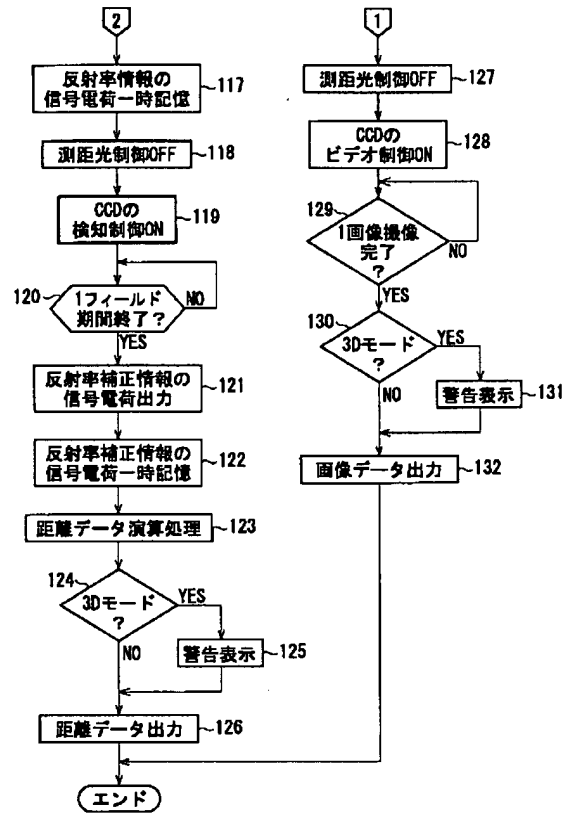
【図20】



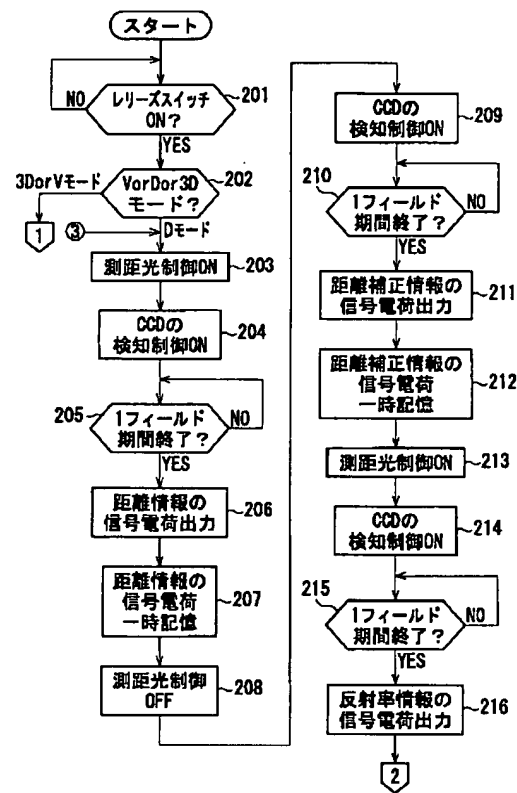
【図11】



【図12】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA53 BB05 DD03  
 DD04 DD07 DD11 FF12 FF33  
 GG04 HH04 HH13 JJ03 JJ09  
 JJ26 NN12 NN15 QQ03 QQ13  
 QQ24 QQ27 QQ34 SS13  
 5B047 AA07 BB04 BC05 BC06 CB11  
 5C061 AA20 AB03 AB06 AB08 AB21